

**Майер Р.В.****Mayer R.V.****КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ МАШИНЫ ТЬЮРИНГА****COMPUTER SIMULATION OF TURING MACHINE***robert\_maier@mail.ru**Глазовский государственный педагогический институт**г. Глазов*

*В статье предлагается простая программа на языке Borland Pascal 7.0, позволяющая промоделировать работу машины Тьюринга, а также несколько задач с решениями. Применение рассмотренной методики способствует пониманию студентами вопроса об использовании абстрактных машин для описания алгоритма.*

*The paper suggests simple Borland Pascal 7.0 application enabling simulation of Turing machine operation, and a few problems with solutions. The use of the considered technique facilitates students' understanding of the issue of using abstract machines for describing the algorithm.*

Традиционная методика изучения информатики в вузе предполагает теоретический анализ следующих универсальных описаний алгоритмов: 1) абстрактные машины Поста и Тьюринга; 2) система нормальных подстановок Маркова; 3) рекурсивные функции [1, 2]. Они позволяют обосновать понятие алгоритма, показать, что он разложим на простые операции, доказать алгоритмическую разрешимость той или иной задачи. Эффективность изучения абстрактной машины Тьюринга повысится, если студенты будут использовать компьютерные модели, на которых они смогут апробировать анализируемые программы.

**Машина Тьюринга (МТ)** – гипотетическое устройство, состоящее из бесконечной подвижной ленты, разделенной на ячейки, головки чтения/записи и управляющего устройства. Головка чтения/записи может считывать содержимое обозреваемой ячейки, стирать, либо записывать один символ из алфавита  $X$ . Устройство управления находится в одном из множества состояний  $Q$ . Программа МТ состоит из команд, имеющих вид:  $q_i a_j \rightarrow q'_i a'_j d_k$ . Это означает следующее: если в обозреваемой ячейке  $a_j$ , а МТ в состоянии  $q_i$ , то МТ переходит в состояние  $q'_i$ , в данную ячейку записывается  $a'_j$ , головка смещается на  $d_k$  ячеек (если  $d_k = L$  – на одну влево, если  $R$  – на одну вправо). Оказавшись в состоянии  $q_z$ , МТ останавливается.

ПП - 1

Uses crt, graph; {машина Тьюринга – Borland Pascal 7.0}

Type c=array[1..15] of string;

Const a : c=(' ','1','1','1','1','1','1','\_','\_','\_','\_','\_','\_','\_'); N=50;

Var i,k,m,s,flag : integer; x1,x2,x4,x5,x6,q: string; kom : array[1..N] of string;

Label m1; { Программа МТ: увеличение числа на 2 }

BEGIN clrscr; m:=2; {положение головки} q:='1'; {состояние МТ}

```

kom[1]:='11>11R'; kom[2]:='1_>21R'; kom[3]:='2_>21S';
Repeat flag:=0; s:=s+1;
For i:=1 to N do begin
x1:=copy(kom[i],1,1); x2:=copy(kom[i],2,1); x4:=copy(kom[i],4,1);
x5:=copy(kom[i],5,1); x6:=copy(kom[i],6,1);
If (flag=0)and(x1=q)and(x2=a[m]) then begin q:=x4; a[m]:=x5;
If x6='R' then m:=m+1; if x6='L' then m:=m-1;
If x6='S' then goto m1; flag:=1; end; end; m1: k:=k+1;
For i:=1 to 20 do write(a[i], ' '); writeln(' ',q, ' k=',k);
delay(5000); sound(1000); Delay(5000); Nosound;
For i:=1 to m-1 do write('=='); write('|'); writeln;
until x6='S'; Readkey;
END.

```

Программа ПР–1 моделирует работу МТ, которая увеличивает целое число, записанное в унарной системе счисления, на 2. Символы на ленте задаются массивом  $a[i]$ , состояние МТ – переменной  $q$ , положение головки – переменной  $m$ .

**Задача 1.** Напишите программу для МТ, складывающую два целых числа, заданных набором единиц. Головка находится напротив левой единицы

**Решение:** Пусть начальное состояние ленты МТ: 111111111   . МТ находится в состоянии 1. Программа МТ представлена в табл. 1. В программу ПР–2 следует вставить код:

```
c=('_','1','1','1','1','1','_','1','1','1','1','_','_','_','_'); m:=2; q:='1';
kom[1]:='11>11R'; kom[2]:='1_>21R'; kom[3]:='21>21R';
kom[4]:='2 >3 L'; kom[5]:='31>3 S';.
```

Таблица 1	Таблица 2	Таблица 3
Q “1” “ ”	Q “ ” “1” “*”	Q “ ” “1” “*”
1 11R 21R	1 1_R 21R	1 1_R 3*R
2 21R 3_L	2 2_L 2*R 3*L	2 2_L 2*R 3*L
3 3_S	3 3_S 3*L 3_L	3 3_S 2*R 3*L

**Задача 2.** На ленте МТ – конечный набор единиц: \_11111\_, головка – левее первой единицы. Напишите программу, при выполнении которой головка, двигаясь вправо, заменяла бы единицы звездочками, а, двигаясь влево, стирала бы звездочки кроме первой и последней.

**Решение:** Пусть МТ находится в состоянии 1. Программа для МТ представлена в табл. 2. В компьютерную программу ПР–2 необходимо вставить следующий код:

```
c=('_' , '1' , '1' , '1' , '1' , '1' , '1' , '1' , '1' , '1' , '1' , '_' , '_' , '_' , '_'); m:=1; q:='1';  
kom[1]:='1_>1_R'; kom[2]:='2_>2_L'; kom[3]:='3_>3_S'; kom[4]:='11>21R';  
kom[5]:='21>2*R'; kom[6]:='31>3*L'; kom[7]:='2*>3*L'; kom[8]:='3*>3_L';
```

**Задача 3.** На ленте МТ – конечный набор единиц: `_111111_`. Головка МТ — левее первой единицы. Напишите программу, которая заменяет единицы звездочками и возвращает головку обратно.

**Решение:** Сначала МТ в состоянии 1. Программа МТ представлена в табл. 3. В компьютерную программу ПР–1 необходимо вставить код:

$c = ('_','_','1','1','1','1','1','1','1','1','1','1','_','_','_');$   $m:=1$ ;  $q:= '1'$ ;  
 $kom[1]:= '1\_>1\_R'$ ;  $kom[2]:= '2\_>2\_L'$ ;  $kom[3]:= '3\_>3\_S'$ ;  $kom[4]:= '11>3^*R'$ ;  
 $kom[5]:= '21>2^*R'$ ;  $kom[6]:= '31>2^*R'$ ;  $kom[7]:= '2^*>3^*L'$ ;  $kom[8]:= '3^*>3^*L'$ ;

Таблица 4

Q	" "	"A"	"B"	"*"	" "
1	1_R	2*R	1BR	1*R	1 S
2	3 R	2AR	2BR	2*R	3 R
3	4AL	3AR			
4	1_R	4AL	4BL	4*L	4 L

**Задача 4.** На ленте МТ – последовательность ABBAABAB\_\_\_\_. Головка МТ находится слева. Напишите программу, чтобы МТ группировала символы "A" в правой части строки, а вместо них ставила звездочки.

**Решение:** Сначала МТ находится в состоянии 1. Программа МТ представлена в табл. 4. В компьютерную программу ПР–2 следует вставить:

$c = ('_','A','B','B','A','A','B','A','B','_','_','_','_','_','_');$   $m:=1$ ;  $q:= '1'$ ;  
 $kom[1]:= '1\_>1\_R'$ ;  $kom[2]:= '2\_>3|R'$ ;  $kom[3]:= '3\_>4AL'$ ;  $kom[4]:= '4\_>1\_R'$ ;  
 $kom[5]:= '1A>2^*R'$ ;  $kom[6]:= '2A>2AR'$ ;  $kom[7]:= '3A>3AR'$ ;  $kom[8]:= '4A>4AL'$ ;  
 $kom[9]:= '1B>1BR'$ ;  $kom[10]:= '2B>2BR'$ ;  $kom[11]:= '4B>4BL'$ ;  
 $kom[12]:= '1^*>1^*R'$ ;  
 $kom[13]:= '2^*>2^*R'$ ;  $kom[14]:= '4^*>4^*L'$ ;  $kom[15]:= '1|>1|S'$ ;  $kom[16]:= '2|>3|R'$ ;  
 $kom[17]:= '4|>4|L'$ ;

Таблица 5

Q	" "	"0"	"1"	"2"	"3"	"4"	"5"	"6"	"7"	"8"	"9"
1	2_L	10R	11R	12R	13R	14R	15R	16R	17R	18R	19R
2	21S	21S	22S	23S	24S	25S	26S	27S	28S	29S	20L

**Задача 5.** На ленте МТ – число в десятичной системе счисления, например, 134999, головка расположена напротив левого символа. Напишите программу, увеличивающую это число на 1.

**Решение:** Вначале МТ – в состоянии 1. Программа МТ представлена в табл. 5. В компьютерную программу ПР–2 необходимо вставить:

$c = ('_','1','3','4','9','9','9','_','_','_','_','_','_','_','_');$   $m:=2$ ;  $q:= '1'$ ;  
 $kom[1]:= '1\_>2\_L'$ ;  $kom[2]:= '2\_>21S'$ ;  $kom[3]:= '11>11R'$ ;  $kom[4]:= '21>22S'$ ;  
 $kom[5]:= '12>12R'$ ;  $kom[6]:= '22>23S'$ ;  $kom[7]:= '13>13R'$ ;  $kom[8]:= '23>24S'$ ;  
 $kom[9]:= '14>14R'$ ;  $kom[10]:= '24>25S'$ ;  $kom[11]:= '15>15R'$ ;  $kom[12]:= '25>26S'$ ;  
 $kom[13]:= '16>16R'$ ;  $kom[14]:= '26>27S'$ ;  $kom[15]:= '17>17R'$ ;  $kom[16]:= '27>28S'$ ;  
 $kom[17]:= '18>18R'$ ;  $kom[18]:= '28>29S'$ ;  $kom[19]:= '19>19R'$ ;  $kom[20]:= '29>20L'$ ;  
 $kom[21]:= '10>10R'$ ;  $kom[22]:= '20>21S'$ ;

**Задача 6.** На ленте МТ – число, заданное набором единиц, заканчивающимся звездочкой: 1111\*\_. Головка находится напротив левой единицы. Напишите программу, умножающую это число на 2 и записывающую результат справа от звездочки.

**Решение:** Сначала МТ находится в состоянии 1. В табл. 6 представлена программа МТ. В компьютерную программу ПР–1 необходимо вставить:

```
c=(' ','1','1','1','1','*','_','_','_','_','_','_','_','_','_','_'); m:=2; q:= '1';
kom[1]:='1_>1_R'; kom[2]:='1*>2*R'; kom[3]:='11>3_R'; kom[4]:='31>31R';
kom[5]:='3*>2*R'; kom[6]:='21>21R'; kom[7]:='2_>41R'; kom[8]:='4_>51L';
kom[9]:='51>51L'; kom[10]:='5*>6*L'; kom[11]:='61>61L'; kom[12]:='6_>7_R';
kom[13]:='71>3_R'; kom[14]:='7*>7*S';
```

Таблица 6

Q	“ ”	“1”	“*”
1	1_R	3_R	2*R
2	41R	21R	
3		31R	2*R
4	51L		
5		51L	6*L
6	7_R	61L	
7		3_R	7*S

Использование компьютерной модели машины Тьюринга в учебном процессе способствует более глубокому пониманию вопросов алгоритмизации и программирования, повышению интереса к информатике, творческому развитию личности. С некоторыми другими компьютерными моделями можно познакомиться на сайте <http://maier-rv.glazov.net>.

- Могилев А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Информатика: Учебное пособие для студ. пед. вузов. — М.: Издательский центр “Академия”, 2003. — 816 с.
- Стариченко Б.Е. Теоретические основы информатики: Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия – Телеком, 2003. — 312 с.

**Макарова С.Ю.**

**Makarova S.U.**

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
СОВРЕМЕННОМ ВУЗЕ

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE  
MODERN HIGH SCHOOL

*svet\_makarova1@mail.ru*

*ФГОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»*

*г. Уфа*

*Информационно-коммуникационные технологии на современном этапе развития цивилизации все больше проникают во все сферы жизни человека и общества, как предоставляя все более широкие возможности для доступа к мировым информационным ресурсам и знаниям, так и предъявляя все более высокие требования к квалификации пользователя. Это особенно актуально для высшего образования.*

*Information and communication technologies at the present stage of civilization is increasingly penetrating all spheres of human life and society, such as providing more opportunities for access to global information resources and know-*